



TITLE:

14.パルスの相互作用を持つ興奮性素子の集団的振舞い(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

茶碗谷, 毅

---

CITATION:

茶碗谷, 毅. 14.パルスの相互作用を持つ興奮性素子の集団的振舞い(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 57(1): 121-123

ISSUE DATE:

1991-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94740>

RIGHT:

準位統計の様子は、可積分系の性質をある程度備えたものとなるが、特に、短い周期軌道に関する周期構造が、以前よりもはっきりと現れることがわかる(図2)。これは、repulsionを取り除いたことで長周期の軌道の依存性をなくしたことになり、そのかわりに短い周期軌道の影響が強くなってきたものと考えられる。このことは、短い古典周期軌道による半古典量子化の結果に repulsion 構造を加えることによって、非可積分系の固有値が求められる可能性を示唆するものである。

#### 参考文献

- 1) M. C. Gutzwiller : *Physica* 5D (1982) 183
- 2) W. P. Reinhardt : in *Lasers, Molecules, and Methods* (Edited by J. O. Hirschfelder, et.al.), *Advances in Chemical Physics* 73 (1989) 925

#### 14. パルスの相互作用を持つ興奮性素子の集団的振舞い

茶碗谷 毅

近年、生理学実験の分野において猫の脳皮質の一次視覚野におけるニューロン集団の発火頻度が時間的に振動する現象が報告され、さらにこの振動が視覚情報処理のために使われている可能性が示唆されている。(Eckhorn[1988]; Gray & Singer[1989], etc.) 我々はこの振動の起源を個々に振動している各素子(ニューロン)の集団同期として説明する単純なモデルを提案し、その性質について解析的な手段及びコンピューターによる数値的な手段を併用して調べた。

モデルは基本的な構成要素としてニューロンに対応する素子(Integrate-and-fire型の素子)を持つ。それらの間にはある素子が発火するとそれと結合している素子の位相が瞬間的にある量だけ進められるというパルスの相互作用がある。モデルは2種類の構造を持っている。一つは生体内で観察されているコラム構造に対応する均質な集団である。その集団内では各素子は平均場的な相互作用をしている。さらにこの「コラム」が一つの単位となってさらに上位の構造(ハイパーコラムなど)が構成されている。ただし本論文ではこの上位構造についてはあまり触れない。

まず一つのコラムに対応する系についてその性質を調べた。その結果、パラメーターによって系は振動的状態と定常的な状態の双方をとり得ること、及びその間の転移には基本的には Hopf 分岐と Saddle-Node 分岐の 2 つの経路があることがわかった。これらの性質は以前に研究されている相互作用が位相差によって与えられるモデル (Shinomoto & Kuramoto[1986] ; Sakaguchi, Shinomoto & Kuramoto[1987]) の場合に一致している。

次に二つのコラムが結合した系について数値シミュレーションを行なってその振舞いを調べた。その結果コラム間の活動度の差とコラム間の相互作用の強さによって系全体が引き込んだ周期運動になる場合と各々のコラムがそれぞれ周期的に振動する準周期運動になる場合があることがわかった。また活動度の近いコラム間での相互作用が各コラムの集団的な振動を強化する現象が観察された。

これまでの研究によって Hopf 分岐近傍でこの系が示す性質は Singer らの実験結果で見られる各コラムの挙動を定性的に説明できることがわかった。

今後の発展としては、

上位構造の部分を取り入れたモデルの構築とそれによる情報処理の可能性の研究

コラムを一単位とするさらに縮約された記述の導入

などが考えられる。

---

### 主な参考文献

R.Eckhorn, R.Bauer, W.Jordan, M.Brosch, W.Kruse, M.Munk, and H.J.Reitboeck  
*Coherent oscillations: A mechanism of feature linking in the visual cortex?*  
*Biol. Cybern.* 60, 121-130 (1988)

C.M.Gray, P.König, A.K.Engel, and W.Singer  
*Oscillatory responses in cat visual cortex exhibit inter-columnar synchronization which reflects global stimulus properties*  
*Nature* 338, 334-337 (1989)

H.Sakaguchi, S.Shinomoto, and Y.Kuramoto

*Phase transitions and their bifurcation analysis in a large population of active rotators with mean-field coupling*

*Prog. Theor. Phys.* 79, 600-607 (1988)

Y.Kuramoto

*Collective synchronization of pulse-coupled oscillators and excitable units*

*Physica D, to be published.*

## 15. 一次元結合交代系における密度波状態と SDW ソリトン

富 田 憲 一

格子変形を伴った一次元拡張ハバードモデルにおける電子状態を調べた。初めに平均場密度波, SDW, CDW, BOW, SBOW, が on-site 及び, different-site のクーロン相互作用  $U, V$ , と結合交代  $x$  に対してどのように依存するかを系統的に調べた。その結果  $x=0$  では存在しなかった BOW ground state の領域が  $x \neq 0$  では小さいながらも現れることが解った。SDW と CDW にたいしては  $x$  に依らず  $U \geq 2V$  では  $E_{SDW} \leq E_{CDW}$  となり、 $U \leq 2V$  では  $E_{SDW} \geq E_{CDW}$  となる。加えて  $x=0$  で縮退していた BOW が  $x \neq 0$  では BOW1 と BOW2 に分離することも解った。

続いてハバードモデル (SDW ground state) におけるソリトンについて調べた。中性ソリトンに関して特に顕著な点は BOW の分離に伴って2種類のソリトンが現れることである。BOW1 を経由する中性ソリトン ( $S_a^0$ ) は  $1/2$  よりも小さな spin しか持っておらず、生成エネルギーは格子変形  $x$  の増加と共に減少して行く。これに対して BOW2 を経由する中性ソリトン ( $S_b^0$ ) は  $1/2$  よりも大きな spin を持ち生成エ